



⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 24 483 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 04 B 1/40**  
H 01 Q 23/00  
H 01 Q 3/22

②① Aktenzeichen: 100 24 483.1  
②② Anmeldetag: 18. 5. 2000  
②③ Offenlegungstag: 22. 11. 2001

**DE 100 24 483 A 1**

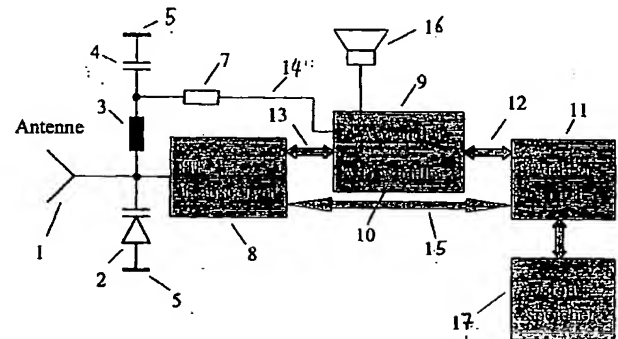
⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:  
Dürr, Wolfgang, 89179 Beimerstetten, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ **Vorrichtung und Verfahren zum Senden und Empfangen von Signalen mit einer Antenne**

⑤⑦ Eine schmalbandige Antenne wird über einen Abstimmungskreis auf eine optimale Resonanzfrequenz eingestellt. Der Abstimmungskreis weist eine Varaktordiode auf, deren Kapazität über eine eingeprägte Spannung variiert wird.



**DE 100 24 483 A 1**

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Senden und Empfangen von Signalen mit einer Antenne, gemäß dem Oberbegriff der Patentansprüche 1 und 6.

[0002] Antennen werden beispielsweise bei Mobilfunktelefonen eingesetzt, um Daten über eine Übermittlungsstation mit einem anderen Telefon auszutauschen. In der Mobilfunktechnik besteht ein Trend zur Miniaturisierung und zur Integration von Antennen. Eine Möglichkeit dazu ist die Verwendung von dielektrischen Materialien mit einer großen Dielektrizitätskonstanten. Die kleineren Antennen weisen jedoch den physikalischen Nachteil auf, dass sie nur in einem schmalen Frequenzband eine relativ gute Send- und Empfangscharakteristik aufweisen. Weiterhin werden integrierte Antennen relativ leicht von Außen beeinflusst, wobei sich die Resonanzfrequenz meist zu niedrigeren Frequenzen verschiebt. Die Verschiebung der Resonanzfrequenz zu niedrigen Frequenzen hin, führt bei einer verschlechterten Antennenanpassung zu einem Verlust der abgestrahlten und der empfangenen Send- bzw. Empfangsleistung.

[0003] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein verbessertes Verfahren und eine verbesserte Vorrichtung zum Senden und Empfangen von Signalen mit einer Antenne bereitzustellen.

[0004] Die Aufgabe der Erfindung wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 und durch die Merkmale des Anspruchs 6 gelöst. Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung gemäß den Ansprüchen 1 und 6 besteht darin, dass die Antenne in der Resonanzfrequenz einstellbar ist. Auf diese Weise kann auch eine schmalbandige Antenne auf eine optimale Resonanzfrequenz abgestimmt werden.

[0005] Weitere vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben. Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, als Schalteinheit eine Recheneinheit vorzusehen, mit der die Resonanzfrequenz variierbar ist.

[0006] Eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung verwendet einen Abstimmungsschwingkreis zur Einstellung der Resonanzfrequenz der Antenne, wobei der Abstimmungsschwingkreis eine veränderbare Kapazität aufweist. Über die veränderbare Kapazität kann auf einfache und präzise Weise die Eigenfrequenz des Abstimmungsschwingkreises variiert werden und die Resonanzfrequenz der Antenne eingestellt werden.

[0007] Vorzugsweise wird als veränderbare Kapazität eine Varaktordiode verwendet.

[0008] In einer einfachen Ausführungsform der Erfindung wird die Resonanzfrequenz der Antenne nur in Bezug auf den Empfang optimal eingestellt und die Resonanzfrequenz zum Senden in Abhängigkeit von der für den Empfang eingestellten Resonanzfrequenz gewählt, wobei der Frequenzabstand zwischen den Resonanzfrequenzen einem vorgegebenen Duplexabstand entspricht. Auf diese Weise wird die Abstimmung der Antenne in Bezug auf das Senden nur über die für einen optimierten Empfang abgestimmte Frequenz erreicht.

[0009] Die Erfindung wird im folgenden anhand der Figuren näher erläutert; Es zeigen

[0010] Fig. 1 eine Antenne mit Abstimmungsschwingkreis und Schalteinheit,

[0011] Fig. 2 ein Verfahren zum Abstimmen der Antenne und

[0012] Fig. 3 eine Antenne mit einer Messeinrichtung für die abgestrahlte und reflektierte Leistung.

[0013] Fig. 1 zeigt eine Antenne 1, die vorzugsweise auf ein vorgegebenes Frequenzband abgestimmt ist. Die An-

tenne ist beispielsweise in miniaturisierter Form ausgebildet und auf einem Halbleiterbaustein integriert und weist deshalb ein relativ schmales Frequenzband auf, in dem die Antenne 1 Signale senden und/oder empfangen kann.

[0014] Die Antenne 1 steht mit einem Abstimmungsschwingkreis in Verbindung, der eine Kapazität in Form einer Varaktordiode 2 und eine Spule 3 aufweist. Die Antenne 1 ist an eine Verbindungsleitung zwischen der Varaktordiode 2 und der Spule 3 vorzugsweise mit dem Antennenfußpunkt angeschlossen. Die Varaktordiode 2 ist an Masse 5 angeschlossen. Die Spule 3 steht zudem mit einem Kondensator 4 in Verbindung, der an Masse 5 angeschlossen ist. Der Kondensator 4 ist in der Weise dimensioniert, dass im Resonanzfrequenzbereich der Antenne 1 ein Kurzschluss über den Kondensator 4 vorliegt. Zwischen der Spule 3 und dem Kondensator 4 ist eine Leitung 14 angeschlossen, die über einen Widerstand 7 zu einem Digital/Analog-Wandler 9 führt. Der Abstimmungsschwingkreis kann auch an einem anderen Anschlusspunkt der Antenne angeschlossen sein. In einer einfachen Ausführung ist anstelle des Abstimmungsschwingkreises nur ein Abstimmelement in Form eines Kondensators angeordnet.

[0015] Weiterhin ist ein Hochfrequenztransceiver 8 vorgesehen, der an den Antennenfußpunkt zwischen der Varaktordiode 2 und der Spule 3 angeschlossen ist. Der HF-Transceiver 8 steht über eine zweite Schnittstelle 13 mit dem Digital/Analog-Wandler 9 und mit einem Analog/Digital-Wandler 10 in Verbindung. Der Digital/Analog-Wandler 9 und der Analog/Digital-Wandler 10 stehen über eine erste Schnittstelle 12 mit einer Recheneinheit 11 in Verbindung. Eine Schnittstelle umfasst Daten- und Steuerleitungen. Vorzugsweise sind mehrere A/D-Wandler 10 und D/A-Wandler 9 vorgesehen.

[0016] Der Hochfrequenztransceiver 8 ist vorzugsweise als voll integrierter Multi-Band-Transceiver für das GSM900-, DCS1800- und PCS1900-Band ausgebildet. Der HF-Transceiver weist einen Sender, einen Empfänger, Phase-Locked-Loop-Schaltungen, spannungsgesteuerte Oszillatoren (VCO), Filter und Spannungsregler auf.

[0017] Der HF-Transceiver 8 steht über eine dritte Schnittstelle 15 mit der Recheneinheit 11 in Verbindung. Weiterhin ist ein Datenspeicher 17 vorgesehen, der mit der Recheneinheit 11 verbunden ist. Zudem ist ein Lautsprecher 16 vorgesehen, der an den D/A-Wandler 9 angeschlossen ist.

[0018] Der Widerstand 7 ist für eine einfache Ausführungsform nicht unbedingt notwendig und weist einen Widerstandswert von beispielsweise 10 K $\Omega$  auf.

[0019] Fig. 2 beschreibt die Funktionsweise der Anordnung der Fig. 1.

[0020] Bei Programmpunkt 30 will die Recheneinheit 11 über die Antenne 1 ein Signal bei einer gewünschten Frequenz empfangen. Dazu holt sie aus dem Datenspeicher 16 einen Wert, der für diese Frequenz als Steuerspannung für die Varaktordiode abgelegt ist. Dieser Wert wurde entweder beim Geräteabgleich oder bei einem vorhergehenden Empfang für diese Frequenz als Wert für die Steuerspannung ermittelt. Weiterhin wird aus dem Datenspeicher ein Verstärkungswert geholt, der beim letzten Datenempfang ermittelt wurde, so dass sich am Ausgang des HF-Transceivers eine gewünschte Ausgangsleistung einstellt.

[0021] Beim folgenden Programmpunkt 35 übergibt die Recheneinheit 11 den Wert für die Steuerspannung an den Digital/Analog-Wandler 9. Die sich daraus ergebende Steuerspannung wird über die Steuerleitung 14, den Widerstand 7 und die Spule 3 an die Varaktordiode 2 anlegt. Mit dieser Spannung ergibt sich eine bestimmte Kapazität, welche die Resonanzfrequenz der Antenne (Frequenz bei der die Anpassungsverluste zwischen Antenne und HF-Transceiver

minimal sind) auf eine vom Wert der Steuerspannung abhängige Frequenz verändert. Den Verstärkungswert aus dem Datenspeicher 16 übergibt die Recheneinheit 11 über die dritte Schnittstelle 15 an den HF-Transceiver 8. Mit dieser Einstellung der Antennenresonanzfrequenz wird zu einem Drittel einer Signaldauer ein Teil des Empfangssignals mit der Antenne 1 empfangen. Während dem zweiten Drittel der Signaldauer wird das Signal mit einer zu höheren Frequenzen hin verschobenen Antennenresonanzfrequenz ein weiterer Teil des Empfangssignals mit der Antenne 1 empfangen. Während dem letzten Drittel der Signaldauer wird das Signal mit einer zu niedrigeren Frequenzen hin verschobenen Antennenresonanzfrequenz das letzte Teil des Empfangssignals empfangen. Die Frequenzabstände sind dabei vorzugsweise äquidistant. Die Umschaltung der Frequenz erfolgt durch einen veränderten Wert für die Steuerspannung, die an die Varaktordiode 2 angelegt wird. Alle Empfangssignale werden dem HF-Transceiver übergeben, der das Signal in eine niedrigere Frequenz umsetzt, das Signal um den eingestellten Verstärkungswert verstärkt, Störsignale wegfiltert und das Nutzsignal über den Analog/Digitalwandler 10 der Recheneinheit übergibt. Das Nutzsignal wird im Datenspeicher 17 zwischengespeichert, um nach dem Datenempfang ausgewertet zu werden.

[0022] Im Programmpunkt 40 wird von der Recheneinheit 11 die Signalenergie für die drei Teile des empfangenen Nutzsignals getrennt berechnet. Besitzt das erste Drittel die höchste Signalenergie oder zumindest die gleiche Signalenergie wie eines der beiden anderen Drittel, erfolgt keine Änderung für den abgespeicherten Wert der Steuerspannung. Um das nächste Signal bei dieser Frequenz zu empfangen wird bei Programmpunkt 30 fortgefahren. Besitzt das zweite Drittel der Nutzsignale die höchste Signalenergie wird der Wert für die höhere Frequenz für die Steuerspannung im Datenspeicher an der Stelle, die für diese Frequenz vorgesehen ist, abgespeichert. Besitzt das letzte Drittel der Nutzsignale die höchste Signalenergie wird der Wert für die niedrigere Frequenz für die Steuerspannung im Datenspeicher abgespeichert. Anschließend wird bei Programmpunkt 30 fortgefahren um das nächste Signal bei dieser Frequenz zu empfangen.

[0023] Die Abstimmung auf die optimale Empfangsleistung wird vorzugsweise beim Aufbau einer Datenverbindung mit einer Übermittlungsstation oder bei Beginn eines Gespräches durchgeführt.

[0024] In einer Weiterbildung der Erfindung wird die Antenne 1 in vorgegebenen Zeitabständen während einer Datenübertragung oder eines Gespräches auf eine optimale Empfangsfrequenz abgestimmt.

[0025] Die Antenne 1 wird in einer einfachen Ausführungsform abhängig von der Resonanzfrequenz für einen optimalen Empfang auf eine Resonanzfrequenz für ein optimales Senden in der Weise eingestellt, dass die Recheneinheit 11 eine Steuerspannung auf die Varaktordiode 2 überträgt, die einer Resonanzfrequenz der Antenne 1 entspricht, die einen Duplexabstand von der Resonanzfrequenz des optimalen Empfangs aufweist. Der Duplexabstand beträgt z. B. 45 MHz bei GSM900.

[0026] In einer Weiterbildung der Erfindung wird die Resonanzfrequenz der Antenne 1 zum Senden nach einem Verfahren abgestimmt, das analog zu dem Verfahren zur Abstimmung der Antenne zum Empfangen ausgebildet ist. Dazu wird die Sendeleistung der Antenne 1 über die Bestimmung der Leistungsreflexion der Antenne 1 optimiert.

[0027] Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform der Erfindung, mit der eine Abstimmung der Sendefrequenz möglich ist.

[0028] Ein Leitungskoppler 20 misst die von der Antenne 1 während einer Aussendung eines Signals reflektierte Lei-

stung und gibt ein davon abhängiges Signal über eine zweite Leitung 22 an einen Detektor 23. Weiterhin misst der Leitungskoppler 20 die Leistung des vom HF-Transceiver 8 abgegebenen Signals und gibt ein davon abhängiges Signal über eine erste Leitung 21 an den Detektor 23.

[0029] Der Detektor 23 ist vorzugsweise als zweifacher logarithmischer Verstärker ausgebildet. Über eine erste Ausgangsleitung 24 wird dem HF-Transceiver 8 ein verstärktes Koppelsignal zugeführt, das von der ausgesendeten Leistung des HF-Transceivers 8 abhängt. Das Koppelsignal verwendet der HF-Transceiver, um die auszusendende Leistung auf einen Sollwert zu regeln. Über eine zweite Ausgangsleitung 25 führt der Detektor 23 ein von der reflektierten Leistung der Antenne 1 abhängiges Signal über den A/D-Wandler 10 der Recheneinheit 11 zu.

[0030] Die abgestrahlte Sendeleistung wird dadurch optimiert, dass die von der Antenne 1 reflektierte Leistung mit einem Leitungskoppler 20 erfasst und gemessen wird und die Antenne 1, von der Recheneinheit 11 über die Vorgabe einer Steuerspannung analog zu dem Abstimmungsvorgang für die Resonanzfrequenz beim Empfang solange verstimmt wird, bis sich eine minimale reflektierende Leistung einstellt.

[0031] Der Algorithmus zur Bestimmung der optimalen Resonanzfrequenz zum Senden verläuft analog zur Bestimmung der optimalen Resonanzfrequenz zum Empfangen, mit der Ausnahme, dass eine Frequenzeinstellung der Antenne für die gesamte Signaldauer eines Sendeblocks beibehalten wird, so dass ein Iterationsschritt damit drei Sendeblocks benötigt, um die Antennenresonanzfrequenz gleich zu belassen, zu erhöhen oder zu erniedrigen.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Senden und Empfangen von Signalen mit einer Antenne, mit einer Sende- und Empfangseinheit, die an die Antenne angeschlossen ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens ein Abstimmelement (2) vorgesehen ist, das an die Antenne (1) angeschlossen ist, wobei das Abstimmelement (2) die Resonanzfrequenz der Antenne (1) beeinflusst, und dass eine Schalteinheit (11) vorgesehen ist, mit der die elektrische Eigenschaft des Abstimmelementes (2) veränderbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schalteinheit in Form einer Recheneinheit (11) und in Form eines A/D-Wandlers (9) ausgebildet ist, wobei der Ausgang des A/D-Wandlers (9) mit dem Abstimmelement (2) in Verbindung steht.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Abstimmelement (3) eine veränderbare Kapazität (2) aufweist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die veränderbare Kapazität als Varaktordiode (2) ausgebildet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Abstimmungsschwingkreis (3, 2) vorgesehen ist, dass der Abstimmungsschwingkreis eine Serienschaltung aufweist, die eine Varaktordiode (2), eine Spule (3) und einen Sperrkondensator (4) umfasst, dass die Antenne (1) zwischen der Varaktordiode (2) und der Spule (3) an den Abstimmungsschwingkreis angeschlossen ist, dass die Sende- und Empfangseinheit (8) zwischen der Varaktordiode (2) und der Spule (3) an den Abstimmungsschwingkreis (2, 3) angeschlossen ist,

dass zwischen der Spule (3) und dem Sperrkondensator (4) ein Analog-Digitalwandler (9) und eine Recheneinheit (11) angeschlossen sind.

6. Verfahren zum Senden und/oder Empfangen von Signalen mit einer Antenne, wobei die Empfangsleistung und/oder die reflektierte Sendeleistung der Antenne gemessen wird, dadurch gekennzeichnet, dass die Resonanzfrequenz der Antenne (1) in einem vorgegebenen Frequenzbereich so lange verändert wird, bis innerhalb des vorgegebenen Frequenzbereiches eine maximale Empfangsleistung und/oder eine minimale reflektierte Sendeleistung ermittelt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das zum Senden von Signalen die Resonanzfrequenz der Antenne (1) in eine Sendefrequenz umgeschaltet wird, die einen vorgegebenen Frequenzabstand von der Resonanzfrequenz der Antenne (1) bei maximaler Empfangsleistung aufweist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstimmung der Resonanzfrequenz der Antenne (1) zu vorgegebenen Zeitpunkten durchgeführt wird.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

25

30

35

40

45

50

55

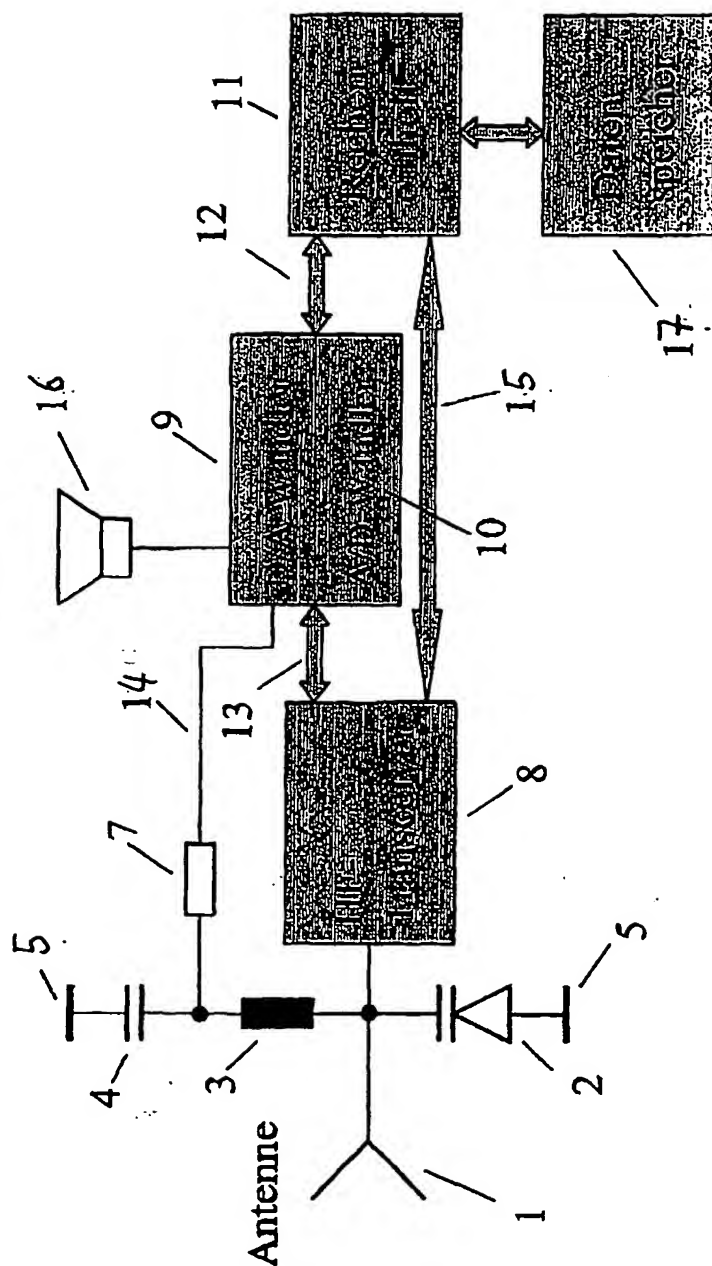
60

65

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

- Leerseite -

FIG. 1



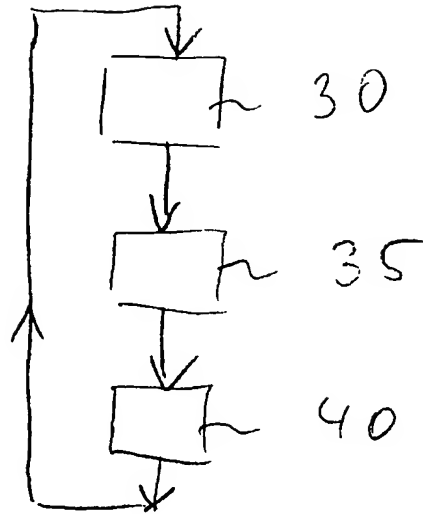
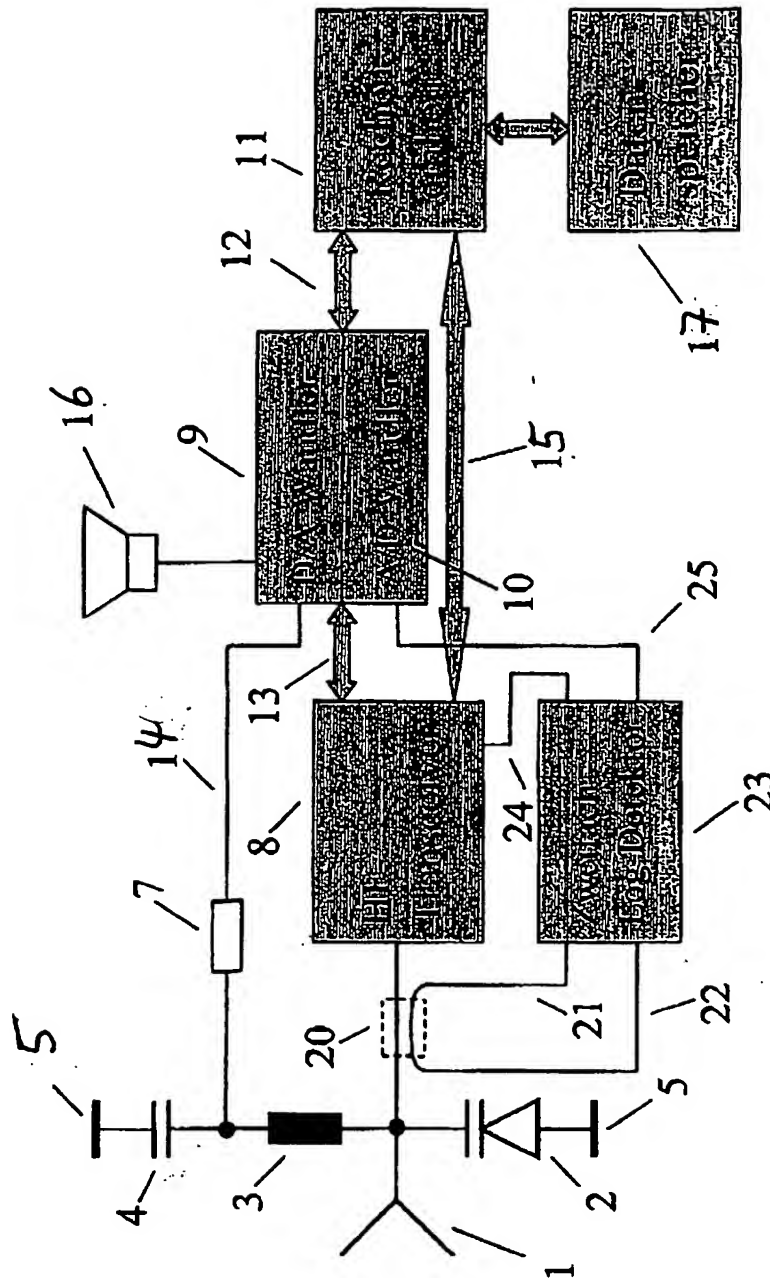


FIG. 2

F15.3





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**